

Comportamento acustico

Destinazione d'uso	$D_{2m,nLw}$ (dB)
Ospedali	45
Residenza	40
Attività scolastiche	48
Uffici, attività commerciali	42

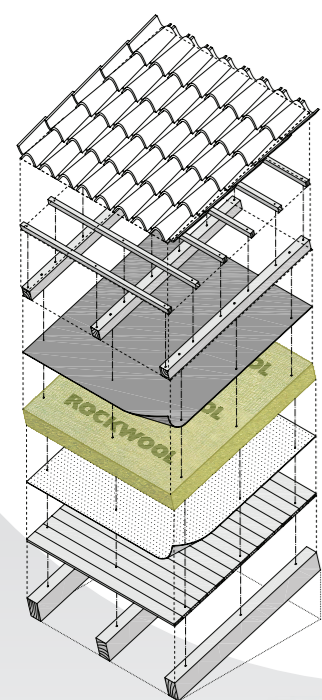
Valori minimi di isolamento di facciata previsti dal D.P.C.M. 5/12/1997

Il D.P.C.M. 5/12/1997 — "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" suddivide in sette categorie le destinazioni d'uso degli edifici, imponendo per ciascuna di esse dei limiti minimi che devono essere rispettati sia per le nuove costruzioni che per le ristrutturazioni.

Per il sistema di chiusura perimetrale viene previsto un indice minimo $D_{2m,nLw}$ applicabile all'intera "facciata", non fornendo altresì una vera e propria definizione del termine.

La copertura a falda di un sottotetto abitabile può pertanto essere considerata la "facciata inclinata" dell'unità abitativa e quindi è soggetta al rispetto dei limiti riportati in tabella.

Acusticamente, una copertura in legno, se non adeguatamente progettata e realizzata, può costituire il punto debole del sistema "facciata" per diversi motivi, ad esempio la leggera massa areica del pacchetto e la presenza di innumerevoli discontinuità tra gli elementi (es. assito in legno).



MANTO DI FINITURA

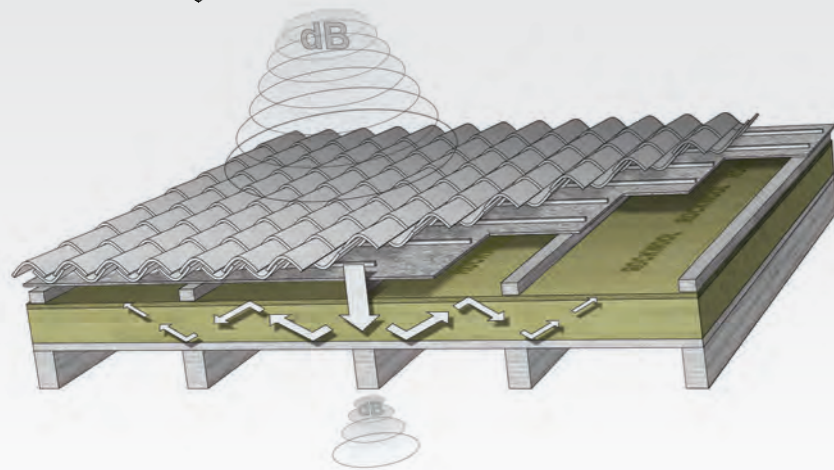
Non essendo un elemento continuo, dal punto di vista acustico non partecipa in modo significativo.

MONROCK MAX E

Essendo un materiale in lana di roccia, fibroso e a celle aperte è in grado di dissipare il suono per attrito (o frizione). Durante il passaggio del suono le molecole d'aria (che si muovono avanti ed indietro con il suono stesso) sfregano contro le fibre causando la "frizione" che converte il suono in calore. In particolare, il comportamento dei pannelli in lana di roccia genera un assorbimento elevato alle medie ed alte frequenze. Un aumento dello spessore e della densità del pannello può produrre un aumento di assorbimento alle basse frequenze che influenza l'indice di fonoisolamento R_w .

ASSITO IN LEGNO

Rappresenta l'elemento massivo continuo della copertura se vengono garantiti il perfetto accostamento delle tavole e l'assenza di nodi cadenti. Per il suo ridotto spessore facilita il fonoisolamento per flessione delle medio-basse frequenze — cioè l'assito colpito da un'onda sonora vibra come un diaframma; in questo modo l'assorbimento dell'energia acustica avviene per effetto della dissipazione viscosa determinata dalle vibrazioni flessionali del pannello stesso.



Al fine di incrementare ulteriormente la prestazione acustica del sistema copertura è utile sfruttare il fenomeno noto in fisica acustica come "massa-molla-massa".

Alla struttura di partenza rappresentata dall'assito continuo posto all'intradosso (massa), si aggiunge il pannello MONROCK MAX E (molla). Sul lato rivolto verso l'esterno si posiziona uno strato continuo massivo (secondo tavolato in legno) al di sotto del manto di finitura.

Il pannello MONROCK MAX E, essendo in lana di roccia portante a doppia densità, consente due evidenti vantaggi:

- riduzione dei ponti termici/acustici grazie all'isolamento in continuo ed alle elevate prestazioni meccaniche;
- aumento dell'assorbimento alle diverse frequenze grazie alle due densità costituenti il pannello.

MONROCK MAX E

Pannello rigido portante in lana di roccia a doppia densità, indicato per l'isolamento termico ed acustico di coperture inclinate e piane.

Rockwool MONROCK MAX E è costituito da uno strato superficiale di circa 16 mm ad alta densità e da un corpo a densità inferiore: tale caratteristica è stata concepita con lo scopo di raggiungere significativi valori di resistenza a compressione, sia al carico distribuito che al carico puntuale, e lo rende un solido appoggio per l'orditura di supporto del manto di copertura sovrastante.

Grazie alla particolare struttura a celle aperte della lana di roccia di cui è costituito, contribuisce all'incremento delle prestazioni sia acustiche che termiche della copertura: l'elevata densità media permette di migliorare l'inerzia termica del pacchetto, aspetto importante per il comfort estivo.

Il pannello MONROCK MAX E è disponibile nei formati 1000x600 mm e 2000x1200 mm, in spessori compresi tra 60 mm e 200 mm. Gli spessori elevati e le grandi dimensioni consentono di ridurre i tempi di posa.

Conduttività termica:

$\lambda_D = 0,038$ W/mK EN 13162.

Reazione al fuoco:

Euroclasse A1 in conformità alla normativa Europea EN 13501-1.

Permeabilità al vapore:

Fattore di resistenza alla diffusione di vapore acqueo $\mu=1$ secondo la EN 12086.

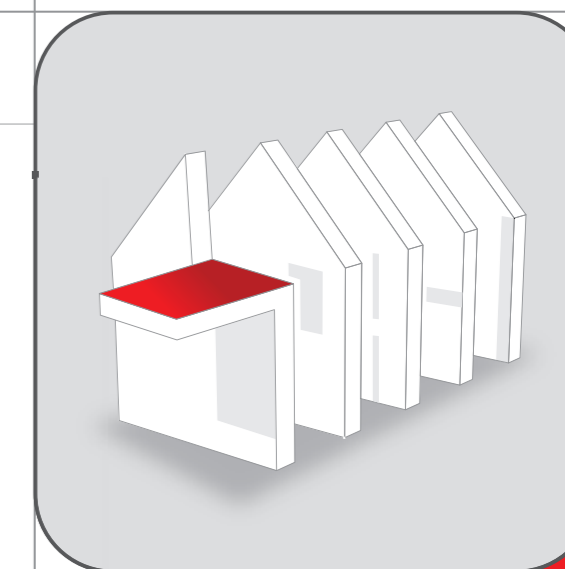
Caratteristiche meccaniche:

Resistenza a compressione ≥ 40 kPa secondo EN 826;
Resistenza a carico puntuale ≥ 600 N secondo EN 12430.

Caratteristiche fisiche:

Densità media circa 135 kg/m³ (200 e 115 kg/m³) - variabile in funzione dello spessore.
Calore specifico $C_p = 1030$ J/kgK secondo UNI EN 12524.

Monrock Max E



**ISOLAMENTO
ALLESTRADOSSO
DI COPERTURE
INCLINATE E PIANE**

APPROFONDIMENTI TECNICI

- meccanica
- protezione incendio
- termica
- acustica

Rockwool Italia S.p.A.

Via Londonio, 2 - 20154 Milano - Italy
Tel.: 02.346.13.1 - Fax: 02.346.13.321
www.rockwool.it

ROCKWOOL®

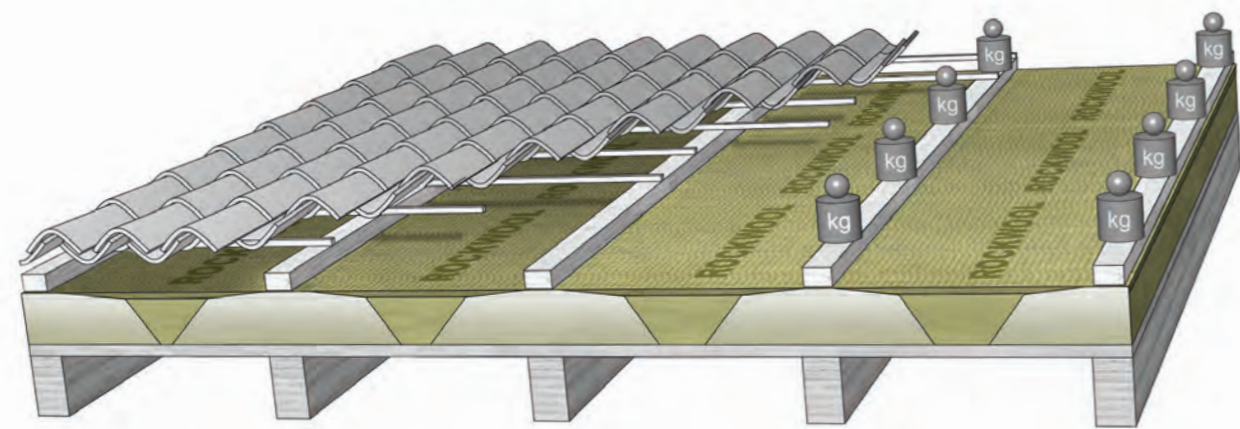
Comportamento meccanico

L'isolamento in continuo all'estradosso della copertura permette la totale eliminazione dei ponti termici ed acustici, ma impone che l'isolante sia "portante": i listelli di ventilazione poggiano infatti direttamente sull'isolante, scaricando su di esso il peso degli strati sovrastanti e dei carichi accidentali quali la neve ed il vento. Tale sollecitazione derivante dal listello non è equiparabile ad un carico distribuito, bensì lineare.

Le caratteristiche che descrivono il comportamento del pannello in lana di roccia sotto carico sono due:

- RESISTENZA A COMPRESSIONE**
 valutata caricando il pannello su tutta la superficie \longrightarrow garantisce la PEDONABILITÀ del pannello durante la posa
- RESISTENZA A CARICO CONCENTRATO**
 valutata applicando la sollecitazione attraverso un'area circolare di carico di superficie pari a 50 cm² (diametro di circa 8 cm) \longrightarrow garantisce la resistenza sotto il CARICO DEI LISTELLI

Il pannello MONROCK MAX E, essendo a doppia densità, è caratterizzato da una migliore resistenza ai carichi concentrati rispetto ai pannelli monodensità. La crosta superficiale più densa ripartisce i carichi su una porzione più ampia del pannello, che risulta così meno sollecitata e, di conseguenza, ha un miglior comportamento meccanico.



Lo strato superficiale rigido ripartisce il carico su una superficie più ampia del pannello, migliorandone il comportamento meccanico

ESEMPIO DI CALCOLO

La resistenza a carico concentrato, espressa in Newton [N], può essere convertita in pressione (o sforzo) sigma [N/cm²] dividendo il valore dichiarato per l'area di carico prima richiamata [50 cm²].

MONROCK MAX E
 carico concentrato 600 N
 $\sigma = 600 \text{ N} / 50 \text{ cm}^2 = 12 \text{ N/cm}^2$

A titolo di esempio, per una copertura con inclinazione inferiore a 30° sita a Sondrio, è possibile stimare (a partire dalla normativa per il calcolo strutturale)^[1] un carico dovuto al peso

proprio degli elementi gravanti sull'isolante e alla neve pari a circa 2.200 N/m², a cui si somma un'azione dovuta al vento di circa 1.000 N/m².

Ipotizzando listelli di ventilazione di larghezza pari a 8 cm (la minima utilizzata) con interasse 70 cm, risulta che i carichi gravanti su 1 m² di copertura vengono scaricati sull'isolante attraverso una superficie di appoggio di circa 1.145 cm².

Carico Totale (3.200 N/cm² distribuiti)
3.200 N/1.145 cm² = 2,79 N/cm² < 12 N/cm²

La sollecitazione è al di sotto della resistenza caratteristica del materiale con un ampio margine di sicurezza.

[1] Nella normativa vigente non esiste una procedura specifica per la verifica del comportamento meccanico dell'isolante nelle coperture. Nella prassi si ritiene sufficiente verificarne il comportamento considerando il peso proprio degli elementi gravanti sull'isolante e il carico neve. Nel caso si voglia analizzare anche l'azione dovuta al vento, è consigliabile moltiplicare i carichi per opportuni coefficienti (detti "di contemporaneità") che riproducano la bassa probabilità che le condizioni più gravose si verifichino contemporaneamente. In ogni caso, al fine di simulare le condizioni più severe, nell'esempio sopra riportato, i carichi considerati sono "non ridotti", ossia con coefficiente pari a 1.

Comportamento al fuoco



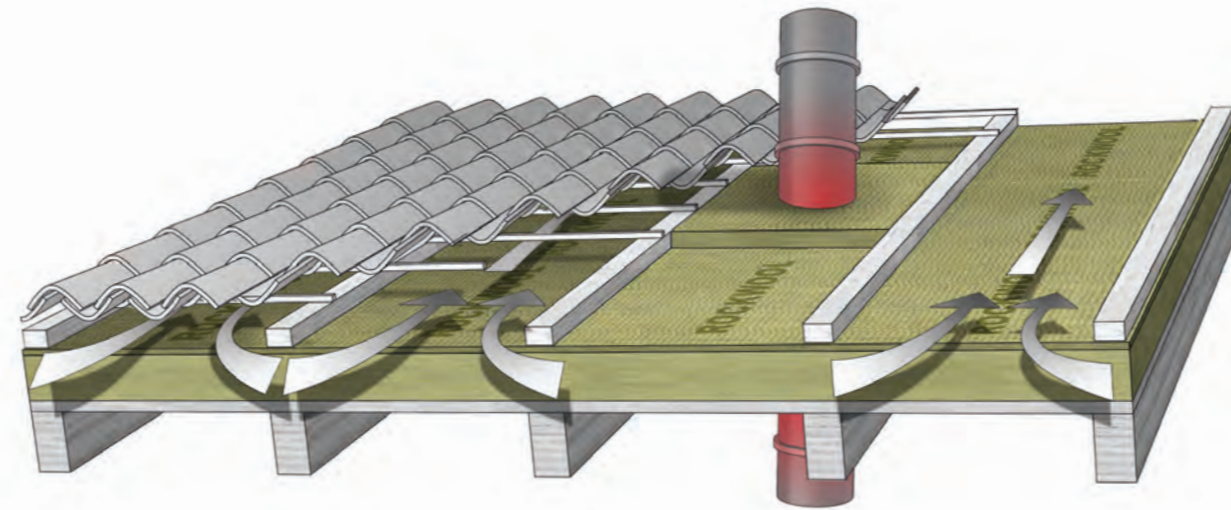
L'incendio delle coperture è un argomento di cui le cronache locali si occupano spesso, soprattutto nel periodo invernale, durante le giornate più fredde, quando gli inquilini tendono a ricorrere all'uso del camino combinato con il normale riscaldamento. Un altro picco si riscontra ai primi freddi, o al termine della stagione invernale.

Da un'indagine dei Vigili del Fuoco risulta che le cause principali sono legate a:

- MAL REALIZZAZIONE E NON APPROPRIATA COIBENTAZIONE DELLA CANNA FUMARIA;
- LAVORI EDILI IN COPERTURA CON UTILIZZO DI FIAMME LIBERE.

Dalle statistiche si segnala che nella sola provincia di Torino in un anno sono stati effettuati 386 interventi di spegnimento, mentre nella provincia di Brescia nello stesso arco di tempo i casi sono stati 308.

In caso di incendio, l'utilizzo di materiali edili combustibili, in particolare nei tetti ventilati, può facilitare la propagazione del fuoco che, sviluppandosi con estrema facilità e rapidità, può addirittura evolvere in incendio generalizzato del tetto. Questo fenomeno è estremamente difficile da estinguere per le squadre di soccorso, oneroso per la proprietà e generalmente causa una totale distruzione della copertura, allagamento degli ambienti sottostanti e conseguente inagibilità del fabbricato.



Risulta pertanto fondamentale, oltre ad eseguire una corretta manutenzione della copertura, realizzare a regola d'arte la canna fumaria, nonchè provvedere ad utilizzare uno strumento di protezione passiva quale l'installazione di pannelli in lana di roccia ROCKWOOL, in particolare MONROCK MAX E.

I vantaggi possono essere riassunti in:

- materiale incombustibile – Euroclasse A1;
- nessuna produzione di fumi tossici e gocce incandescenti;
- protezione dell'assito e delle strutture portanti dalle fiamme, grazie alla posa in continuo dell'isolante.

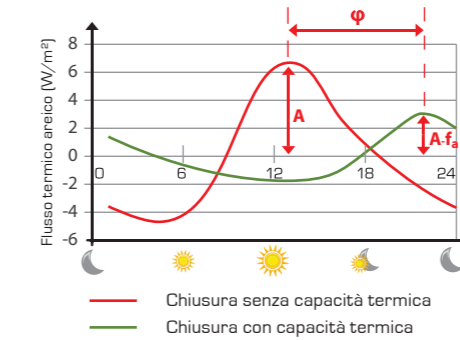
Nelle *attività soggette* la normativa vigente in ambito di prevenzione incendi – Decreto 9 marzo 2007 – richiede, come parametro vincolante nella realizzazione delle strutture (coperture, pareti, ecc.) la garanzia dei seguenti aspetti:

- stabilità degli elementi portanti per un tempo utile ad assicurare il soccorso degli occupanti;
- limitata propagazione del fuoco e dei fumi, anche alle opere vicine;
- possibilità che gli occupanti lascino l'edificio indenni;
- possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza.

Comportamento termico

Zona climatica	Dal 1 gennaio 2010
E	0,30 W/m ² K
F	0,29 W/m ² K

Trasmittanza termica delle strutture opache orizzontali inclinate (Allegato C)



INVERNO

La Direttiva Europea sul rendimento energetico in edilizia E.P.B.D. (Energy Performance of Buildings Directive) 2002/91/CE, recepita in Italia con D.Lgs. 192/2005, D.Lgs. 311/2006 e per ultimo con il D.P.R. 59/2009, prescrive requisiti minimi di prestazioni energetiche degli edifici. Al fine di contenere e ridurre le dispersioni di calore dell'involucro edilizio, la norma fissa, per i componenti opachi, la verifica dei requisiti di trasmittanza termica limite, differenziati per zona climatica di riferimento ed elemento tecnologico.

ESTATE

Al fine di limitare il fabbisogno per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti è opportuno verificare il comportamento "inerziale" della chiusura.

Tale comportamento può essere descritto tramite due parametri:

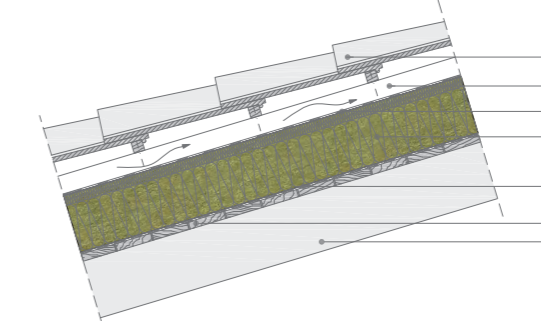
- fattore di attenuazione f_0 [-]
- coefficiente di sfasamento Φ [h]

Il D.P.R. 59/2009 prescrive inoltre che, ove l'irradianza solare media mensile sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione sia maggiore di 290 W/m² e la massa della copertura non superi i 230 kg/m², è necessario realizzare strutture leggere che abbiano un valore di

$$\text{TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA: } Y_{ie} = U \cdot f_0 \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Una buona progettazione dovrebbe prevedere un coefficiente di sfasamento attorno alle 7 - 8 ore ed un fattore di attenuazione il più basso possibile.

Copertura discontinua a falde, isolata in estradosso e ventilata (mono assito)

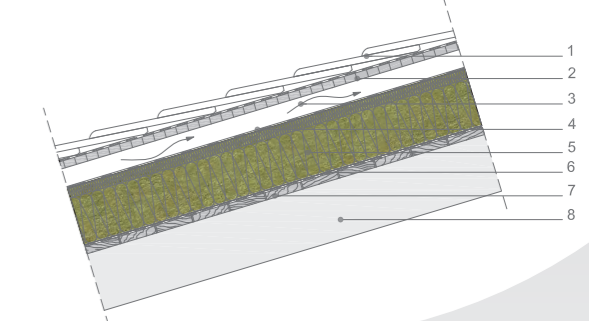


1. Tegole di laterizio sp. 20 mm fissate su listello di abete;
2. Listello di ventilazione in legno di abete, sp. 50 mm;
3. Schermo impermeabile traspirante;
4. Pannello isolante in lana di roccia ROCKWOOL (cfr. tabella);
5. Freno/barriera al vapore;
6. Assito in legno: perlina di legno di abete, sp. 25 mm;
7. Travetto in legno lamellare di abete, sezione 80 x 120 mm.

Spessore isolante [cm]	Trasmittanza termica invernale U [W/m ² K]	Trasmittanza termica periodica Y _{ie} [W/m ² K]	Coefficiente di sfasamento [h]
14	0,24	0,17	5h 57'
16	0,21	0,14	6h 49'
18	0,19	0,11	7h 42'
20	0,17	0,09	8h 36'

ROCKWOOL MONROCK MAX E – (λ₀ = 0,038 W/mK)
 (Densità media circa 135 Kg/m³)

Copertura discontinua a falde, isolata in estradosso e ventilata (doppio assito)



1. Copertura in lastre di ardesia (piode) sp. 15 mm;
2. Assito in legno: tavolato di legno di abete, sp. 20 mm;
3. Listello di ventilazione in legno di abete, sp. 50 mm;
4. Schermo impermeabile traspirante;
5. Pannello isolante in lana di roccia ROCKWOOL (cfr. tabella);
6. Freno/barriera al vapore;
7. Assito in legno: perlina di legno di abete, sp. 25 mm;
8. Travetto in legno lamellare di abete, sezione 80 x 120 mm.

Spessore isolante [cm]	Trasmittanza termica invernale U [W/m ² K]	Trasmittanza termica periodica Y _{ie} [W/m ² K]	Coefficiente di sfasamento [h]
14	0,23	0,16	6h 56'
16	0,20	0,12	7h 49'
18	0,18	0,10	8h 42'
20	0,17	0,08	9h 36'

ROCKWOOL MONROCK MAX E – (λ₀ = 0,038 W/mK)
 (Densità media circa 135 Kg/m³)